

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.2 Новые направления биотехнологии: протеомика,
пептидология

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Промышленная биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2024

Автор программы:

Доктор биологических наук, доцент Гусев Александр Анатольевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология (уровень магистратуры) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «10» августа 2021 г. № 737).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	6
3. Объем и содержание дисциплины.....	6
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	10
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	19
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	20
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	21

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- проектный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований), 13 Сельское хозяйство и охрана здоровья животных и человека (в сферах: биологической защиты животных, растений, пород животных, сортов растений, созданных с использованием методов биотехнологии, технологии генетической и молекулярной индикации и идентификации животных и растений, трансгенных и клонированных животных; ветеринарной иммунобиотехнологии и фармацевтики, в том числе в части разработки, исследований и производства лекарственных средств, вакцин нового поколения, поликлональных и моноклональных антител, бактериофагов, антибиотиков, гормонов, ферментов, в том числе разработки диагностикумов, развития банков штаммов микроорганизмов, биологических образцов, инфраструктурного обеспечения исследований на биологических моделях и целевых животных, биотехнологии почв и биоудобрений, кормового белка и премиксов для животноводства, пчеловодства, рыбоводства, переработки сельскохозяйственных отходов, биологических компонентов кормов и премиксов, глубокой переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур), 14 Лесное хозяйство, охота (в сферах: применения биотехнологий для управления лесонасаждениями; применения биотехнологий для сохранения и воспроизводства лесных генетических ресурсов; создания биотехнологических форм деревьев с заданными признаками; создания биологических средств защиты леса; развития принципов биорефайнинга на основе производства целлюлозы; производства биотоплива на основе древесного сырья), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: безопасного для окружающей среды производства химических продуктов ("зеленая" химия); производства продуктов ферментативных реакций, микробиологического синтеза и биотрансформаций; производства электрической энергии и тепла из биомассы, поглощения (утилизации) эмиссии парниковых газов, образуемых в энергетических производственных циклах; переработки и обезвреживания промышленных и коммунальных стоков; предотвращения и ликвидации последствий вредного антропогенного воздействия на окружающую среду техногенной деятельности)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
---	---	-----------------------------------

- А Осуществление биотехнологических процессов по получению БАВ - А/01.6 Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ - А/02.6 Проведение биотехнологического процесса с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов - С Разработка предложений по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений - С/02.7 Разработка новых и модификация существующих биотехнологических процессов получения БАВ	ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений	Разрабатывает предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием знаний в области протеомики и пептидологии
--	---	--

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения							
		Очная (семестр)				Очно-заочная (семестр)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Биомедицина и биофармацевтика	+				+			
2	Биотехнология биологически активных веществ		+				+		
3	Биотехнология дрожжей и мицелиальных грибов		+				+		
4	Культивирование растительных клеток и тканей in vitro		+				+		

5	Молекулярная биология и генетическая инженерия	+				+			
6	Пищевая биотехнология				+				+
7	Система образования и подготовки биотехнологов в России и за рубежом			+				+	
8	Управляемое культивирование микроорганизмов				+				+

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Новые направления биотехнологии: протеомика, пептидология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Дисциплина «Новые направления биотехнологии: протеомика, пептидология» изучается в 3 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Контактная работа	64	22
Лекции (Лекции)	32	10
Практические (Практ. раб.)	32	12
Самостоятельная работа (СР)	8	50
Зачет	-	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.						Формы текущего контроля
		Лекции		Практ. раб.		СР		
		О	О-3	О	О-3	О	О-3	
3 семестр								
1	Введение в протеомику. Метабономика. Фармакогеномика.	8	2	8	2	2	12	Опрос; Тестирование
2	Инновационные исследования в протеомике.	8	4	8	2	2	12	Опрос; Контрольная работа
3	Модели белков. Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий.	8	2	8	4	2	12	Опрос; Тестирование

4	Пептидология – новейшее направление биологии.	8	2	8	4	2	14	Опрос; Контрольная работа
---	--	---	---	---	---	---	----	---------------------------------

Тема 1. Введение в протеомику. Метаболомика. Фармакогеномика. (ПК-1)

Лекция.

Протеомика – наука, основным предметом изучения которой являются белки, их функции и взаимодействия в организме. Основная задача протеомики – количественный анализ экспрессии белков в клетках в зависимости от их типа, состояния или влияния внешних условий. Протеом — совокупность белков клетки в данный момент времени. Протеом больше, чем геном, то есть количество белков превышает количество генов из-за альтернативного сплайсинг и посттрансляционных модификаций белков. Протеом крайне динамичен и меняется в зависимости от функционального состояния клетки, ее принадлежности к ткани и органу, норме и патологии и т.д. Полный протеом организма – совокупный набор протеомов всех клеток.

Практическое занятие.

Практическое занятие Методология протеомного анализа.

План проведения занятия.

Протеомика - современная «Химия белка» - технология мультикомплексного анализа белков с использованием масс-спектрометрии (МС). Исторические аспекты и этапы развития методов исследования пептидов и протеинов. Методология ранних исследований, проводившихся до раскрытия природы белка. Этап, связанный с развитием фракционирования. Период формирования энзимных методов исследования. Этап становления протеомного анализа (сепарационные технологии). Прединформативная протеомика – период, связанный с развитием геномики. Современный дизайн протеомного исследования. Выбор методов пробоподготовки (получение биологического образца и его подготовка к исследованию). Методы количественного и качественного анализа исследуемого белка. Уточнение первичной структуры белка и определение посттрансляционных модификаций (ПТМ). Основные методы фракционирования белков в протеомике. Общие нехроматографические методы разделения белков: проточная цитометрия, субклеточное фракционирование, преципитация, аналитический двумерный электрофорез (2DPAGE). Хроматографические методы фракционирования протеомов: размерно-эксклюзионная, ионообменная (ИОХ), обращено-фазовая и гидрофобные хроматографии. Аффинные неспецифические (первичные амины, цистеины, гистидины) и прицельные (химические, ферментные, лигандные) методы исследования.

Электрофоретические методы в протеомных исследованиях. Принцип фракционирования 2DPAGE. Матрицы для разделения белков и пептидов. Анализ протеомной карты. Качественный и количественный виды протеомного анализа в методе 2DPAGE. Недостатки и ограничения 2DPAGE в протеомных исследованиях. Преимущества дифференциального гель-электрофореза (DIGE) в идентификации белков. Роль высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в протеомных исследованиях. Классификация хроматографических систем в соответствии с состоянием элюента (жидкостная и высокоскоростная ВЭЖХ). Виды (жидкостно – адсорбционная, ИОХ и распределительная) и разновидности (обращено-фазовая, нормально-фазовая, эксклюзионная, гель-фильтрационная и др.) жидкостной хроматографии. Основные типы жидкостных хроматографов. Способы детекции анализируемых веществ при ВЭЖХ. Комбинации хроматографических методов для разделения сложных белковых и пептидных смесей. Понятие автоматизированных рабочих систем (2D-LC-MS) для количественного протеомного анализа на основе совмещения возможностей 2DPAGE, сепарационной технологии ВЭЖХ и tandemно соединенного МС-детектора. Принципиальная схема 2D-LC-MS. Практическое значение 2D-LC-MS-технологий для протеомных исследований в биомедицине. Определение метаболического профиля биологических жидкостей (кровь, моча, ликвор и др.) и метаболических паттернов пациентов. Получение сравнительного протеомного профиля.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Понятие протеомики, функциональная взаимосвязь.

2 Положение протеомтики в системе биологических наук.

Тема 2. Инновационные исследования в протеомике. (ПК-1)

Лекция.

Протеомика включает в себя структурную протеомику и функциональную протеомику. В структурной протеомике проводится определение структуры не одного, а сразу множества белков, и к настоящему времени для этого разработан специальный цикл процедур и создан арсенал соответствующих высокоточных приборов. Задача структурной протеомики сводится к выделению, очистке, определению первичной, вторичной и третичной структур всех белков живого организма. Наличие в организме того или иного белка дает основание предполагать, что он обладает (или обладал) определенной функцией, а весь протеом служит для того, чтобы осуществлялась полноценная жизнедеятельность всего организма. Функциональная протеомика занимается определением функциональных свойств протеома, и решаемые ею задачи существенно сложнее, чем, например, определение белково-пептидных структур. Функциональная протеомика занимается изучением сложных взаимосвязей структуры и функций протеома.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Масс-спектрометрический анализ в протеомике.

План проведения занятия.

История развития МС-метода. Физико-химические основы и характеристики МС-анализа. Понятие МС-масс-спектрограммы. Процессы, составляющие МС: ионизация, разделение ионов по массам и регистрация ионов. Ионизация, транспорт и детекция ионов. Принцип метода ионизации FAB. Современные методы ионизации образца (электронный удар, химическая (APCI) и фотохимическая (APPI) ионизация, бомбардировка быстрыми атомами, ионизация электрораспылением (ESI), лазернодесорбционная ионизация в матрице (MALDI). Способы управления ионами: электростатические линзы, четырехплюсовые (квадрупольные) или восьмиплюсовые (октапольные) проводники. Принципиальная схема масс-спектрометра. Принцип действия и типы МС. Секторные магнитные и/или электрические МС. Квадрупольные МС (QQQ). Преимущества времяпролетных МС (TOF). МС с ионной ловушкой и специфика их применения (ION Trap). Ионно-циклотрон-резонансный МС с преобразованием Фурье. Сочетание МС с хроматографическими методами (хромато-МС). Преимущества, недостатки и перспективы SELDI-TOF технологии. Российские и зарубежные технологические платформы протеомных исследований. Взаимосвязи в развитии высокотехнологичных методологий протеомного анализа и биоинформационных баз данных. Фингерпринтинг масс пептидов.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Связь протеомики с молекулярной биологией, биохимией, биофизикой, цитологией, генетикой, микробиологией, вирусологией.
- 2 Фундаментальные и прикладные цели протеомики.
- 3 Междисциплинарная основа развития геномных и протеомных исследований, а также биоинформационных технологий, являющихся неотъемлемой частью современного биомедицинского и фармакологического анализа.
- 4 Использование достижений молекулярной биологии в медицине и народном хозяйстве.

Тема 3. Модели белков. Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий. (ПК-1)

Лекция.

Предсказание пространственной структуры с помощью компьютерных программ (in silico). Модели белков. Методы предсказания пространственной структуры белков. Генетическая инженерия белков. Новые третичные структуры белков. Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий. Молекулярная стыковка. Предсказание белок-белковых взаимодействий. Фолдинг и межмолекулярные взаимодействия белков. Методы предсказания функций белков.

Практическое занятие.

Практическое занятие. Достижения клинической протеомики.

План проведения занятия.

Молекулярные основы развития социально значимых заболеваний человека. Протеомные исследования в молекулярной кардиологии. Генотитирование факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний методом MS MALDI-TOF. Стратегия открытия биомаркеров: обнаружение и очистка (биомаркер-кандидат, простая детекция путем MALDI-TOF; характеристика (карта расщепления, поиск в биоинформационных базах данных, определение ПТМ, простая tandemная детекция путем MALDI-TOF); подтверждение (анализ ProteinChip, простая детекция путем MALDI-TOF). Кардиомаркеры возникновения и развития универсальных сердечно-сосудистых патологий (атеросклероз, ишемия, инфаркт миокарда, гипер- и гипокоагуляция). Миокардиальная ишемия: новые диагностические и терапевтические стратегии. Биоаналитические методы исследования артериальной гипертензии. Современные диагностические возможности в молекулярной аритмологии. Протеомные исследования в изучении апоптоза и онкопатологии. Идентификация апоптоз-ассоциированных паттернов. Белковые маркеры апоптоза, выявляемые в протеомных исследованиях. Причины необходимости введения протеомного анализа в дополнение к геномному анализу апоптотических процессов в клетках организма человека.

Практическое занятие. Роль онкопротеомики и онкогеномики в ранней диагностике неопластических процессов.

План проведения занятия.

Белковые маркеры злокачественных опухолей, применяемые в клинической практике. Понятие диагностических белковых профилей и протеомного «штрих-кода». Разработка протеомной диагностики опухолей. Клиническая база. Выбор групп субъектов: злокачественная опухоль (ранние стадии), доброкачественная опухоль, норма. Стратегия протеомного анализа по поиску онкомаркеров: разделение белков протеома (электрофорез, хроматография); мониторинг посредством MS; идентификация конкретных маркеров или формирование диагностического профиля. Получение SELDI – профилей плазмы для выборки норма/патология. Идентификация конкретных белков. 15 Статистическая модель для ранней молекулярной диагностики. Статистические методы протеомных карт больных и здоровых людей. Понятие алгоритма биоинформационного анализа идентифицированных спектров протеомных паттернов в онкологии. Белковые чипы с детекцией SELDI-MS.

Практическое занятие. Основы фармакопротеомики.

План проведения занятия.

Технология «лаборатория на чипе» и MS-сканеры. Применение биочипов в биомедицинских и фармакологических исследованиях. Олигонуклеотидные, ДНК-овые и белковые биочипы. Гелевые биочипы: их свойства, производство и аналитические характеристики. Биочипы на основе ферментов.

Междисциплинарный подход в использовании инновационных геномных и протеомных исследований. Взаимосвязь основных стратегических целей исследования генома, протеома и биоинформатики: построение алгоритмов, методов анализа и баз данных, позволяющих выяснить механизм функционирования биологических текстов и разработать как уникальные высокотехнологичные виды диагностики с учетом индивидуальных особенностей организма, так и целенаправленные фармакологические воздействия применительно к терапии.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Роль молекулярно - биологических протеомных исследований в развитии молекулярной биотехнологии, генодиагностики, генотерапии и геномной дактилоскопии, а также в изучении молекулярных основ эволюции, дифференцировки, биоразнообразия, развития и старения живых систем.
- 2 Метаболомика: определение, цели, достижения и проблемы.
- 3 Теоретические исследования закономерностей метаболизма.
- 4 Понятие метаболических карт, метаболических потоков, сетей метаболических потоков.
- 5 Базы данных по метаболической систематике.
- 6 Понятие транскриптомики: объекты, методология и основные разделы. Фундаментальные и прикладные цели и задачи транскриптомики.

Тема 4. Пептидология – новейшее направление биологии. (ПК-1)

Лекция.

Существование огромного количества разнообразных белков привело к необходимости создания информационных массивов – баз (или банков) данных, в которые заносились бы все известные о них сведения. В настоящее время существует множество общих и специализированных баз данных, которые доступны в Интернете каждому желающему. Это позволяет идентифицировать белки по молекулярной массе их фрагментов методом масс-спектрометрии. Поскольку протеомика оперирует большим объемом данных, для обработки которых требуются специализированные алгоритмы и большие вычислительные мощности, она тесно связана с биоинформатикой. Важным этапом стало развитие биоинформационных технологий обработки данных протеомных экспериментов.

Практическое занятие.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Прикладное значение достижений транскриптомики для развития биоаналитических технологий в биомедицине и фармакологии. Молекулярные подходы геномной дактилоскопии и фармакогеномики.
- 2 Становление постгеномного периода развития молекулярной биомедицины и биотехнологии.
- 3 Перспективы и проблемы функциональной геномики.
- 4 Стратегические задачи исследования программы «Функциональная геномика».
- 5 Определение протеома и протеомики.
- 6 Ключевые понятия, принципы и направления протеомного анализа.
- 7 Геномная и протеомная карты человека.
- 8 «Узкое» и «широкое» определение протеомики.
- 9 Общая характеристика основных направлений протеомных исследований.
- 10 Биохимический анализ протеомов различных геномов.
- 11 Количественная протеомика как основа системной структурной биологии.
- 12 Функциональная клеточно - картируемая или протеомика взаимодействий.
- 13 Структурная (экспрессионная) протеомика и её роль в формировании стратегических задач метабомики.
- 14 Протеомная биоинформатика.
- 15 Промышленная и сельскохозяйственная протеомика. Медицинская (клиническая) протеомика и её основные разделы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

3 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 70 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки

1.	Введение в протеомику. Метабономика. Фармакогеномика.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>4-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование	15	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10-15 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>5-9 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1-4 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p>

2.	Инновационные исследования в протеомике.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>4-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	<p>На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий.</p> <p>8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.</p> <p>2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов.</p> <p>1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.</p>

3.	Модели белков. Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>4-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование	15	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>10-15 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>5-9 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1-4 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p>

4.	Пептидология – новейшее направление биологии.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильность ответа по содержанию; - полнота и глубина ответа; - сознательность ответа; - логика изложения материала; - рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи; - своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе; - использование дополнительного материала; - рациональность использования времени, отведенного на задание. <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>4-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-3 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	<p>На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий.</p> <p>8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.</p> <p>2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов.</p> <p>1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.</p>
5.	Посещаемость		10	Студент посетил все 100% занятий
6.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 2. Инновационные исследования в протеомике.

- 1 Положение протеомики в системе биологических наук.
- 2 Связь протеомики с молекулярной биологией, биохимией, биофизикой, цитологией, генетикой, микробиологией, вирусологией.
- 3 Фундаментальные и прикладные цели протеомики.
- 4 Междисциплинарная основа развития геномных и протеомных исследований, а также биоинформационных технологий, являющихся неотъемлемой частью современного биомедицинского и фармакологического анализа.
- 5 Использование достижений молекулярной биологии в медицине и народном хозяйстве.
- 6 Геноцентричная инвентаризация протеомов, исследование молекулярных механизмов функционирования живых систем, задачи молекулярной медицины – создание биомаркеров и протеомного штрих кода.
- 7 Предпосылки возникновения и исторические аспекты развития геномных и протеомных исследований.
- 8 Этапы становления молекулярно – генетического анализа в 20 и 21 вв.
- 9 Последовательность формирования основных разделов фундаментальной молекулярной биологии, молекулярной биомедицины и биотехнологии.
- 10 Становление постгеномного периода развития молекулярной биомедицины и биотехнологии.
- 11 Перспективы и проблемы функциональной геномики.
- 12 Стратегические задачи исследования программы «Функциональная геномика».
- 13 Определение протеома и протеомики.
- 14 Ключевые понятия, принципы и направления протеомного анализа.
- 15 Геномная и протеомная карты человека.

Опрос

Тема 1. Введение в протеомику. Метаболомика. Фармакогеномика.

- 1 Исторические аспекты и этапы развития методов исследования пептидов и протеинов.
- 2 Методология ранних исследований, проводившихся до раскрытия природы белка.
- 3 Этап, связанный с развитием фракционирования.
- 4 Период формирования энзимных методов исследования.
- 5 Этап становления протеомного анализа (сепарационные технологии).
- 6 Предикивная протеомика – период, связанный с развитием геномики.
- 7 История развития МС-метода.
- 8 Физико- химические основы и характеристики МС-анализа.
- 9 Понятие МС- масс-спектрограммы.
- 10 Процессы, составляющие МС: ионизация, разделение ионов по массам и регистрация ионов.
- 11 Достижения экспрессионной протеомики.
- 12 Анализ закономерностей реализации генетической информации на уровне макромолекулярных сетей.
- 13 Создание моделей клеточной регуляции и метаболических механизмов.
- 14 Молекулярные основы развития социально значимых заболеваний человека.
- 15 Протеомные исследования в молекулярной кардиологии.
- 16 Генотитирование факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний методом МС MALDI-TOF.
- 17 Белковые маркеры злокачественных опухолей, применяемые в клинической практике.

- 18 Понятие диагностических белковых профилей и протеомного «штрих-кода».
- 19 Разработка протеомной диагностики опухолей.
- 20 Технология «лаборатория на чипе» и МС-сканеры.
- 21 Применение биочипов в биомедицинских и фармакологических исследованиях.
- 22 Олигонуклеотидные, ДНК-овые и белковые биочипы.

Тема 2. Инновационные исследования в протеомике.

- 1 Связь протеомики с молекулярной биологией, биохимией, биофизикой, цитологией, генетикой, микробиологией, вирусологией.
- 2 Фундаментальные и прикладные цели протеомики.
- 3 Междисциплинарная основа развития геномных и протеомных исследований, а также биоинформационных технологий, являющихся неотъемлемой частью современного биомедицинского и фармакологического анализа.
- 4 Использование достижений молекулярной биологии в медицине и народном хозяйстве.

Тема 3. Модели белков. Прогнозирование межмолекулярных взаимодействий.

- 1 Роль молекулярно - биологических протеомных исследований в развитии молекулярной биотехнологии, генодиагностики, генотерапии и геномной дактилоскопии, а также в изучении молекулярных основ эволюции, дифференцировки, биоразнообразия, развития и старения живых систем.
- 2 Метабомика: определение, цели, достижения и проблемы.
- 3 Теоретические исследования закономерностей метаболизма.
- 4 Понятие метаболических карт, метаболических потоков, сетей метаболических потоков.
- 5 Базы данных по метаболической систематике.
- 6 Понятие транскриптомики: объекты, методология и основные разделы. Фундаментальные и прикладные цели и задачи транскриптомики.

Тема 4. Пептидология – новейшее направление биологии.

- 1 Прикладное значение достижений транскриптомики для развития биоаналитических технологий в биомедицине и фармакологии. Молекулярные подходы геномной дактилоскопии и фармакогеномики.
- 2 Становление постгеномного периода развития молекулярной биомедицины и биотехнологии.
- 3 Перспективы и проблемы функциональной геномики.
- 4 Стратегические задачи исследования программы «Функциональная геномика».
- 5 Определение протеома и протеомики.
- 6 Ключевые понятия, принципы и направления протеомного анализа.
- 7 Геномная и протеомная карты человека.
- 8 «Узкое» и «широкое» определение протеомики.
- 9 Общая характеристика основных направлений протеомных исследований.
- 10 Биохимический анализ протеомов различных геномов.
- 11 Количественная протеомика как основа системной структурной биологии.
- 12 Функциональная клеточно - картируемая или протеомика взаимодействий.
- 13 Структурная (экспрессионная) протеомика и её роль в формировании стратегических задач метаболомики.
- 14 Протеомная биоинформатика.
- 15 Промышленная и сельскохозяйственная протеомика. Медицинская (клиническая) протеомика и её основные разделы.

Тестирование

Тема 1. Введение в протеомику. Метаболомика. Фармакогеномика.

Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:

- 1 установления структуры ДНК
- 2 создания концепции гена
- 3 дифференциации структурных и регуляторных участков гена
- 4 полного секвенирования генома у ряда организмов
- 5 разработки методов секвенирования генома

Существенность гена у патогенного организма – кодируемый геном продукт необходим:

- 1 для размножения клетки
- 2 для поддержания жизнедеятельности
- 3 для инвазии в ткани
- 4 для инактивации антимикробного вещества
- 5 для подавления иммунной системы человека

Протеомика характеризует состояние микробного патогенна:

- 1 по ферментативной активности
- 2 по скорости роста
- 3 по экспрессии отдельных белков
- 4 по нахождению на конкретной стадии ростового цикла
- 5 по чувствительности к определенным антибиотикам

Для получения протопластов из клеток грибов используется

- 1 лизоцим
- 2 трипсин
- 3 “улиточный фермент”
- 4 пепсин
- 5 амилаза

За образованием протопластов из микробных клеток можно следить с помощью методов:

- 1 вискозиметрии
- 2 колориметрии
- 3 фазово-контрастной микроскопии
- 4 электронной микроскопии
- 5 по светорассеянию в культуральной жидкости

Для получения протопластов из бактериальных клеток используется:

- 1 лизоцим
- 2 “улиточный фермент”
- 3 трипсин
- 4 папаин
- 5 бромциан

Объединение геномов клеток разных видов и родов при соматической гибридизации возможно:

- 1 только в природных условиях
- 2 только в искусственных условиях
- 3 в природных и искусственных условиях
- 4 не возможно вообще
- 5 только при рентгеновском облучении

Высокая стабильность протопластов достигается при хранении на холоду:

- 1 в гипертонической среде
- 2 в среде с добавлением антиоксидантов
- 3 в анаэробных условиях
- 4 в среде с добавлением кумарина

Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- 1 способствует их слиянию
- 2 предотвращает их слияние
- 3 повышает стабильность суспензии
- 4 предотвращает микробное заражение
- 5 предотвращает восстановление клеточной стенки

Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

- 1 в лаг-фазе
- 2 в стационарной фазе
- 3 в логарифмической фазе
- 4 в фазе замедленного роста
- 5 в фазе отмирания

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-1)

1. Геномика: цели, задачи, основные направления и методология.
2. Этапы развития геномики и протеомики.
3. Взаимосвязь геномики и протеомики.
4. Основные направления геномных исследований.
5. Основные направления протеомных исследований.
6. Что изучает протеомика?
7. В чём заключается масс-спектрометрический метод анализа?
8. Что такое масс-спектрограмма?
9. Опишите принципиальную схему устройства масс-спектрометра?
10. Опишите метод FAB?
11. Какие способы ионизации молекул Вы знаете?
12. Что такое MALDI-ионизация?
13. Какие виды масс-спектрометров существуют?
14. В чём особенности применения каждого из вида масс-спектрометра?
15. Современные базы данных белков?
16. База данных PDB и SCOP?
17. Опишите основные достижения геномных и протеомных исследований в кардиологии.
18. Опишите основные достижения геномных и протеомных исследований в онкологии.
19. Опишите основные достижения геномных и протеомных исследований в фундаментальной биологии.

Типовые задания для зачета (ПК-1)

Не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Имеет высокий уровень теоретических знаний по дисциплине, прослеживает междисциплинарные связи. Способен применять полученные знания для решения практических задач в сфере биотехнологии
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Имеет низкий уровень теоретических знаний по дисциплине, не прослеживает междисциплинарные связи.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Лебедев А. Т., Артеменко К. А., Самгина Т. Ю. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов : учебное пособие. - Москва: Техносфера, 2012. - 180 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233467>

2. Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К. Научные основы биотехнологии : учебное пособие, I. Нанотехнологии в биологии. - Москва: Прометей, 2013. - 262 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486>

6.2 Дополнительная литература:

1. Фаллер Д. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. - М.: Изд-во Бином-Пресс, 2003. - 268 с.
2. Коничев А. С., Цветков И. Л., Попов А. П., Шамшина Т. Н., Комаров А. Б. Молекулярная биология. Практикум : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 169 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/448124>
3. Жукова А. Г., Кизиченко Н. В., Горохова Л. Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами : учебник. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2018. - 269 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606>
4. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : справочник. - Москва: Лаборатория знаний, 2015. - 327 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324071.html>
5. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаборатория знаний, [201. - 768 с. : ил., цв. ил., табл.
6. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии : учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: Техносфера, 2015. - 704 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496508>

6.3 Иные источники:

1. Биомолекула - <https://biomolecula.ru/>
2. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
3. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
4. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
5. Медунивер - <http://meduniver.com>
6. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>
7. Элементы.ру - <https://elementy.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
8. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
9. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
10. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
11. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
12. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
13. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
15. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
16. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
17. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.